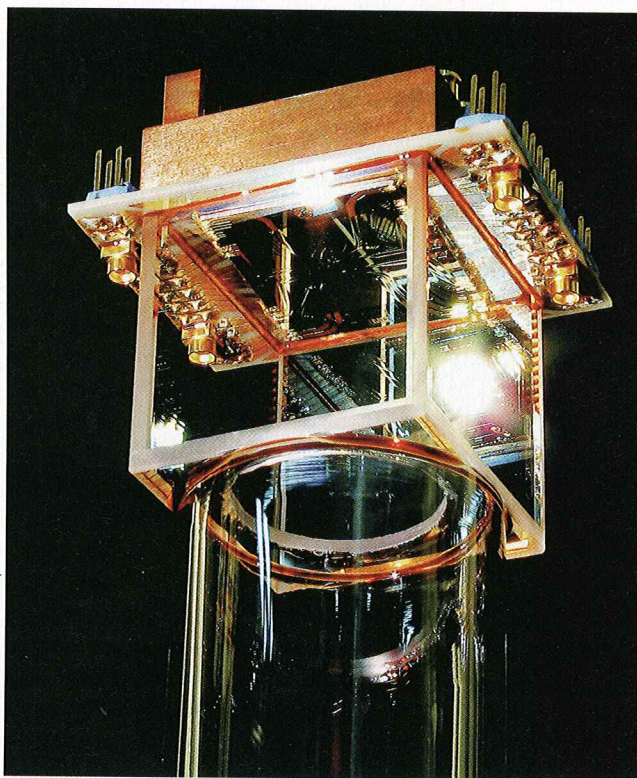


## KONDENSAT FÜR DIE HOSENTASCHE

„DAS WAR EINE ART mathematischer Hexen-trick“, sagt Theodor Hänsch vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching bei München, „man dachte lange, dass so etwas nicht wirklich existiert.“ Mit dem „Hexen-trick“ meint Hänsch ein 16-seitiges Manuskript, das Albert Einstein 1924 verfasst hat und worin er sich auf Vorarbeiten des indischen Physikers Satyendranath Bose aus demselben Jahr bezieht. Es trägt den Titel „Quantentheorie des einatomigen idealen Gases – Zweite Ab-handlung“. Darin beschreibt Einstein einen extremen Aggregatzustand, bei dem sich die Atome in einem Gas nicht mehr unterscheiden lassen und sich wie ein einziges Quantenobjekt verhalten. Erst am 5. Juni 1995 gelang es den Amerikanern Carl Wieman – einst Doktorand von Hänsch – und Eric Cornell, ein Bose-Einstein-Kondensat herzustellen, indem sie einen Tropfen aus 2000 Rubidium-Atomen auf 20 Milliardstel Grad über dem absoluten Nullpunkt bei minus 273,15 Grad Celsius abkühlten. Vier Monate später zog der Deutsche Wolfgang Ketterle vom Massachusetts Institute of Tech-

nology in Cambridge nach und präsentierte zwei Jahre danach sogar den ersten Atom-Laser, der kleine Tropfen aus kondensierten Natrium-Atomen abgab. Alle drei erhielten 2001 den Physik-Nobelpreis.

Während Ketterles Apparatur am MIT noch ein Wust aus Vakuum-, Kühl-, Laser- und Elektronikkomponenten war, die einen ganzen Raum füllten, passt Hänschs Apparatur am Max-Planck-Institut für Quantenoptik heute auf einen Schreibtisch. Das Kondensat wird in einem kleinen Plastikwürfel von einem nur briefmarkengroßen Chip erzeugt, der den Atombrei mittels magnetischer Felder und Mikrowellen in der Schwebe hält. Ein Bose-Einstein-Kondensat für die Hosentasche – laut Hänsch ist das kein Hirngespinnst mehr.



**Exotisch:** Das seltsame Bose-Einstein-Kondensat lässt sich inzwischen in einer wenige Zentimeter großen Vakuumzelle erzeugen.

**Was:** Bose-Einstein-Kondensat  
**Wer:** Carl Wieman, Eric Cornell, Wolfgang Ketterle

**Wo:** National Institute of Standards and Technology, University of Boulder in Colorado, Massachusetts Institute of Technology in Cambridge

**Wie:** Laserkühlung von Rubidium-Atomen, Einfangen in einer magneto-optischen Falle, weiteres Abkühlen durch Entfernen der heißesten Atome

**Warum:** Beweis der Vorhersage von Bose und Einstein, Untersuchung exotischer Quantenzustände

## UNSICHTBARES SICHTBAR

**ATOME KANN MAN** nicht sehen. Sie sind viel kleiner als die Wellenlänge des Lichts oder die von Elektronen. So steht es in jedem Physikbuch. Das stimmte bis 1981. Dann bauten Gerd Binnig und Heinrich Rohrer vom IBM-Forschungszentrum in Zürich das erste Rastertunnelmikroskop, für das sie 1986 den Physik-Nobelpreis erhielten. Das tellergroße feinmechanische Meisterwerk besteht aus einer leitenden Nadel, die in geringem Abstand über eine metallische Oberfläche geführt wird. Obwohl sie sich nicht berühren, fließt ein sogenannter Tunnelstrom, dessen Stärke empfindlich vom Abstand abhängt. Auf diese Weise lassen

sich winzige Erhebungen auf der Oberfläche – sogar Atome – sichtbar machen, wenn man Tunnelstrom und Abstand im Computer in ein Höhenprofil umrechnet. Direkt „sehen“ kann sie also auch das Rastertunnelmikroskop nicht, aber es macht sichtbar, was vorher als unsichtbar galt.

Binnigs und Rohrers Konstruktion gilt als Geburtsstunde der Nanotechnologie. Es regte viele Nachahmer zu weiteren Kon-

**Physik-Nobelpreis 1986 für die Entwicklung des Rastertunnelmikroskops: Heinrich Rohrer (links) und Gerd Binnig.**

